

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-281547
(43)Date of publication of application : 10.10.2001

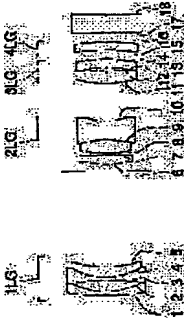
(51)Int-Cl. 602B 15/20
602B 13/18

(21)Application number : 2000-093921 (71)Applicant : KONICA CORP
(22)Date of filing : 30.03.2000 (72)Inventor : SATO HIROSHI

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a zoom lens suitably used for a digital still camera using a high pixel type CCD, having a variable power ratio of about 3 and having high image-forming performance.

SOLUTION: This zoom lens is constituted of a 1st negative lens group, a 2nd positive lens group, a 3rd positive lens group and a 4th lens group in order from an object side, and the 4th lens group has at least one aspherical surface. In the case of zooming from a wide-angle end to a telephoto end, the 1st lens group is moved to an image side on an optical axis first, and moved to the object side by reversing its moving direction in the midst of zooming, the 2nd lens group is monotonously moved to the object side on the optical axis, the 3rd lens group is monotonously moved to the object side on the optical axis and the 4th lens group is fixed. When it is assumed that f1 is the focal distance of the 1st lens group, f2 is the focal distance of the 2nd lens group and f3 is the focal distance of the 3rd lens group, the lens satisfies a conditional expression $0.95 \leq \frac{f1}{f2} \leq 1.1$ and $1.1 \leq \frac{f2}{f3} \leq 1.3$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

特開 2001-281547
(P.2001-281547A)
(43) 公開日 平成13年10月10日(2001.10.10)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ラベロッド (参考)
G 02 B	15/20	G 02 B	2H087
	13/18		13/18
審査請求	未請求	請求項の数	O I
			(金 17 頁)
(21) 出願番号	特願2000-93921 (P2000-93921)	(71) 出願人	000001270 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
(22) 出願日	平成12年3月30日 (2000. 3. 30)	(72) 発明者	佐藤 裕彦 東京都八王子市石川町2970番地コニカ株式 会社内
		F ターム (参考)	2H087 KA03 MA14 PA06 PA07 PA18 PA19 P807 P808 P809 QA02 QA07 QA17 QA22 QA25 QA32 QA41 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA35 RA42 RA44 SA24 SA26 SA29 SA32 SA62 SA63 SA64 SA75 SB04 SB13 SB14 SB22 SB23 SB32 UA01

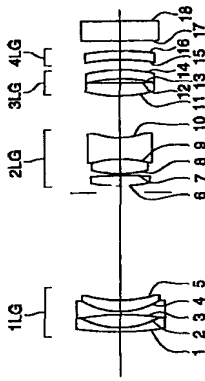
(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 高画素タイプの CCD を用いたデジタルカメラ等を用いるのに好適な 3 倍程度の変倍比を有する高倍率性能を有したズームレンズを提供。

【解決手段】 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の第 3 レンズ群、第 4 レンズ群より構成され、第 4 レンズ群は少なくとも 1 面の非球面を有し、広角端から望遠端へのズームミニングに際し、第 1 レンズ群は、光軸上を物体側に移動し、ズームミニングの途中で移動方向を反転して物体側に移動し、第 2 レンズ群は、光軸上を物体側に単調に移動し、第 3 レンズ群は、光軸上を物体側に単調に移動し、第 4 レンズ群は固定され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
$$0.95 < |f_1| (1/f_1 + 1/f_3) | < 2.2$$

5 の条件式を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、および、第 4 レンズ群より構成され、前記第 4 レンズ群は少なくとも 1 面の非球面を有し、広角端から望遠端へのズームミニングに際し、前記第 1 レンズ群は、光軸上を物体側に移動し、ズームミニングの途中で移動方向を反転して物体側に移動し、前記第 2 レンズ群は、光軸上を物体側に単調に移動し、前記第 3 レンズ群は、光軸上を物体側に単調に移動し、前記第 4 レンズ群は固定され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.95 < |f_1| (1/f_1 + 1/f_3) | < 2.25$$

但し f_1 : 第 1 レンズ群の焦点距離

f_2 : 第 2 レンズ群の焦点距離

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

【請求項 2】 以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$1.2 < |f_1| (1/f_1 + 1/f_3) | < 1.7$$

【請求項 3】 被写体距離の変化に応じたフォーカシングは前記第 3 レンズ群を移動することにより行い、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

$$0.4 < |f_1/f_3| < 1.1$$

【請求項 4】 前記第 4 レンズ群は、プラスチックで形成された 1 枚のレンズで構成され、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載のズームレンズ。

$$|f_4/f_3| < 0.05$$

但し f_4 : 全系の広角端の焦点距離

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

【請求項 5】 前記第 1 レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、両凹レンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの 3 枚から構成されたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 2 レンズ群は、物体側より順に、1 枚の正レンズおよび 1 枚の負レンズの 2 枚から構成されたことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 2 レンズ群は、物体側より順に、2 枚の正レンズと 1 枚の負レンズの 3 枚から構成されたことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】 前記第 2 レンズ群を構成する正レンズのうち、最も物体側の正レンズの d 線における屈折率は、1.75 以上であることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 3 レンズ群は、少なくとも 1 面の

$$0.95 < |f_1| (1/f_1 + 1/f_3) | < 2.25 \dots [1] \text{ 式}$$

非球面を有することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はズームレンズに関し、デジタルカメラ、もしくは、ビデオカメラ等に用いられ、特に、高画素タイプの CCD を用いたカメラに適用し、高倍率性能を有しており、広角端での Fナンバーが 2.8 程度、変倍比が 3 倍程度のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、パソコンの普及が進み、ビデオカメラを用いて画像データを扱うことも多くなり、画像データを取り込むためのデジタルカメラ等の需要が増えている。また、CCD の高画素化にともない、より高い結像性能を有するズームレンズの要望が高まってきている。

【0003】 CCD 等の固体撮像素子を用いるカメラに通した 3 倍程度のズームレンズは従来より技術開示されており、例えば、特開平 10-133115 号公報、特開平 10-39214 号公報等、特開平 10-104518 号公報、及び、特開平 11-23967 号公報等がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、これらの従来例では、広角端における歪曲収差が非常に大きかったり、広角端における面角が小さかったり、また、レンズ全長が大きすぎるという問題があった。

【0005】 本発明は上記の課題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、高画素タイプの CCD を用いたデジタルカメラ、ビデオカメラ等に用いるのに好適な、3 倍程度の変倍比を有し、高い結像性能を有したズームレンズを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的は、下記の何れかの手段により達成される。即ち、

(1) 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、および、第 4 レンズ群より構成され、前記第 4 レンズ群は少なくとも 1 面の非球面を有し、広角端から望遠端へのズームミニングに際し、前記第 1 レンズ群は、光軸上を物体側に移動し、ズームミニングの途中で移動方向を反転して物体側に移動し、前記第 2 レンズ群は、光軸上を物体側に単調に移動し、前記第 3 レンズ群は、光軸上を物体側に単調に移動し、前記第 4 レンズ群は固定され、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【0007】

但し、 f_1 ：第1レンズ群の焦点距離、
 f_2 ：第2レンズ群の焦点距離、
 f_3 ：第3レンズ群の焦点距離

(3) 被写体距離の変化に応じたフォーカシングは前記第3レンズ群を移動することにより行い、以下の条件式を満足する前記(1)または(2)に※

(4) 前記第4レンズ群は、プラスチックで形成された1枚のレンズで構成され、以下の条件式を満足すること

但し、 f_w ：全系の広角端の焦点距離

(5) 前記第1レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ、両凹レンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの3枚から構成されたことを特徴とする前記(1)から(4)のいずれか1項に記載のズームレンズ、

(6) 前記第2レンズ群は、物体側より順に、1枚の正レンズおよび1枚の負レンズの2枚から構成されたことを特徴とする前記(1)から(5)のいずれか1項に記載のズームレンズ、

(7) 前記第2レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成されたことを特徴とする前記(1)から(5)のいずれか1項に記載のズームレンズ、

(8) 前記第3レンズ群は、少なくとも1面の非球面を有することを特徴とする前記(1)から(6)のいずれか1項に記載のズームレンズ、

(9) 前記第3レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズの2枚から構成され、1枚の正レンズおよび1枚の負レンズの3枚から構成され、全系をコンパクトにする

(10) 前記第3レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成され、全系をコンパクトにする

(11) 前記第3レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成され、全系をコンパクトにする

(12) 前記第3レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成され、全系をコンパクトにする

(13) 前記第3レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成され、全系をコンパクトにする

(14) 前記第3レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成され、全系をコンパクトにする

(15) 前記第3レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成され、全系をコンパクトにする

(2) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(3) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(4) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(5) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(6) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(7) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(8) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(9) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(10) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(11) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(12) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(13) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(14) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(15) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(16) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(17) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(18) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(19) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(20) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(21) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(22) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(23) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(24) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(25) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(26) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(27) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(28) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(29) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(30) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(31) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(32) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(33) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(34) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(35) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(36) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(37) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(38) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(39) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(40) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(41) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(42) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(43) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(44) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(45) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(46) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(47) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(48) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(49) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(50) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(51) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(52) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(53) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(54) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

(55) 以下の条件式を満足することを特徴とする前記(1)に記載のズームレンズ、

[0029] f：焦点距離

F：Fナンバー

ω：半角

r：レンズ各面の曲率半径

d：レンズ厚、またはレンズ間隔

n_a：屈折率

v_a：アベ数

Δf_a：室温+30℃でのバックフォーカスの変化量

非球面の形状は、光軸方向にX軸、光軸と垂直方向の高さをhとし、K、A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂を非球面係数としたとき、「表1」で表している。

[0030]

[表1]

X =

1 + √(1 - (1 + K)h²/r²) + A₄h⁴ + A₆h⁶ + A₈h⁸ + A₁₀h¹⁰ + A₁₂h¹²

[0031] 次に、温度変化による屈折率の変化を「表1」に示す。

[0032]

[表1]

常温での屈折率

*1

*2

常温+30℃での屈折率

1.497

1.492

1.493

1.488

[0033] 但し、表1中の(*)印は、プラスチックレンズを表している。

[表2]

[0034]

[表2]

でき、また、第3レンズ群でフォーカシングを行なう際には、被写体距離の変化によっても球面収差の変動を小さく抑えることができる。

[0026] ここで、上記の[1]式から[4]式について説明する。[1]式および[2]式は、十分コンパクトでありながら良好な結像性能を得るためのものである。[1]式の上限を越えると、広角端において第1レンズ群と第2、3レンズ群との間隔が大きくなり、全系のコンパクト化が困難になる。逆に下限を越えると、第1レンズ群で発生する球面収差が大きくなり、特に、広角端での歪曲収差、倍率色収差、望遠端での球面収差の良好な補正が困難になってしまう。よりコンパクト、高性能なレンズを得るためには、[2]式の範囲内であることがより望ましい。

[0026] [3]式は、第3レンズ群の焦点距離を規定するもので、十分コンパクトでありながら良好な結像性能を得るためのものである。条件式の上限を越えると、第3レンズ群で発生する球面収差、コマ収差が大きくなり、第3レンズ群に非球面を用いたとしても補正が困難になる。条件式の下限を越えると、バックフォーカスが增大し、またフォーカシングの際の第3レンズ群の移動量が増大し、全量が多くなるので好ましくない。

[0027] [4]式は、第4レンズ群の屈折力を規定するものである。第4レンズ群を1枚のプラスチックレンズで構成した際に、該レンズの屈折力をこの式の範囲内にすることで、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることが可能となる。

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

[表2]

f=6.40~18.25 F=2.88~4.60 2ω=60.4° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n _d	ν _d	
1	38.075	0.55	1.88300	40.8	
2	9.253	1.65			
3	-39.360	0.55	1.51633	64.1	
4	7.842	1.68	1.84666	23.8	
5	17.793	A			
6	17.737	1.31	1.88300	40.8	
7	-69.039	0.20			
8	9.229	2.08	1.70154	41.2	
9	-13.924	3.00	1.84666	23.8	
10	9.092	B			
11	13.568	1.65	1.69680	55.5	
12	-110.968	0.45			
13	-30.000	1.20	1.49700*1	56.0	
14	-28.948	C			
15	-30.000	1.20	1.49700*1	56.0	
16	-26.064	1.55			
17	∞	2.69	1.51633	64.1	
18	∞				
可変間隔					
f	A	B	C		
6.40	18.02	5.81		1.51	
10.80	7.41	4.51		6.89	
18.25	2.85	3.16		14.78	

[0036]
[表3]

面番号	非球面係数
第13面	
K=-4.09190×10 ⁻³	
A ₄ =-6.78390×10 ⁻⁴	
A ₆ =-1.11230×10 ⁻⁵	
A ₈ =-1.00180×10 ⁻⁹	
A ₁₀ =2.77130×10 ⁻⁷	
A ₁₂ =-1.25190×10 ⁻⁸	
第14面	
K=2.04340×10 ⁰	
A ₄ =-4.82630×10 ⁻⁴	
A ₆ =1.30280×10 ⁻⁷	
A ₈ =-2.03750×10 ⁻⁹	
A ₁₀ =3.5724×10 ⁻⁷	
A ₁₂ =-1.56110×10 ⁻⁸	
第15面	
K=2.78230×10 ⁻⁴	
A ₄ =-5.04560×10 ⁻⁴	
A ₆ =-3.35070×10 ⁻⁷	
A ₈ =-6.92500×10 ⁻⁹	
第16面	
K=-4.63550×10 ⁻²	
A ₄ =3.32800×10 ⁻⁵	
A ₆ =4.92060×10 ⁻⁵	
A ₈ =-6.03600×10 ⁻⁶	
A ₁₀ =3.02540×10 ⁻⁷	
A ₁₂ =-4.28700×10 ⁻⁹	
f	
Δf _g	
6.40	
10.80	
18.25	
-0.005	
-0.005	
-0.004	
f ₁ (1/f ₂ +1/f ₃) =1.37	
f ₁ /f ₃ =0.61	
f ₁ /f ₄ =0.02	

【0036】広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)を図2に示す。

【0037】本実施例では、[1]および[2]式で表される数値が1.37となっており、この値は、[1]および[2]式をともに満足しており、広角端の歪曲収差、倍率色収差、望遠端での球面収差を良好に修正しながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3]式で表される数値が0.61となっており、この値は、[3]式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する球収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、

【4】式で表される数値が0.02となっており、この値は、[4]式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスティックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることができ、また、第2レンズ群は、物体側に良好に補正している。また、第2レンズ群の3枚から構成されており、球面収差やコマ収差を特に良好に補正している。また、第2レンズ群を構成する正レンズのうち、もともと物体側の正レンズには、d線における屈折率が1.883の高屈折率材料を用いており、全系をコンパクトにしなが、第2レンズ群で発生する球面収差を小さく抑えている。

【0038】(実施例2) 実施例2のレンズ断面を図3に示す。また、レンズデータを表4、及び、表5に示す。

【0039】
[表4]

f=6.40~18.25 F=2.88~4.55 2ω=60.3° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n _d	n _g	ν _d
1	28.021	0.55	1.88300		40.8
2	9.743	1.93			
3	-40.244	0.50	1.51633		64.1
4	7.687	1.73	1.84666		23.8
5	14.753	A			
6	17.182	1.31	1.88300		40.8
7	-83.176	0.20			
8	8.502	2.14	1.70154		41.2
9	-14.770	2.84	1.84666		23.8
10	8.091	B			
11	12.788	1.10	1.49700*1		56.0
12	13.205	0.20			
13	11.615	1.85	1.69680		55.5
14	210.945	C			
15	-42.031	1.20	1.49700*1		56.0
16	-33.264	0.76			
17	∞	2.89	1.51633		64.1
18	∞				
可変面幅					
f	A	B	C		
6.40	16.70	5.48	2.11		
10.80	7.97	4.47	7.12		
18.25	3.04	3.84	14.92		

【0040】

* * * 【表5】

面番号	非球面係数	面番号	非球面係数
第11面	K = 2.73420×10 ⁻⁹ A ₀ = -5.21670×10 ⁻⁴ A ₂ = -3.42720×10 ⁻⁶ A ₄ = -2.78970×10 ⁻⁹ A ₆ = 1.46240×10 ⁻⁷ A ₈ = -5.27220×10 ⁻¹⁰	第15面	K = 1.25030×10 ⁻⁷ A ₀ = -1.54390×10 ⁻³ A ₂ = -1.96650×10 ⁻⁴ A ₄ = 2.94790×10 ⁻⁶ A ₆ = -2.06590×10 ⁻⁹ A ₈ = 6.35610×10 ⁻⁸
第12面	K = 2.51650×10 ⁻⁵ A ₀ = -2.80600×10 ⁻⁴ A ₂ = 1.25510×10 ⁻⁶ A ₄ = -2.15840×10 ⁻⁹ A ₆ = 6.55360×10 ⁻⁶ A ₈ = 2.26110×10 ⁻⁸	第14面	K = -1.92600×10 ⁻⁹ A ₀ = -1.07530×10 ⁻³ A ₂ = -1.37120×10 ⁻⁴ A ₄ = 2.26660×10 ⁻⁶ A ₆ = -1.62590×10 ⁻⁹ A ₈ = 5.02310×10 ⁻⁸
f		Δf _g	
6.40		±0.000	
10.80		±0.003	
18.25		±0.007	
		f ₁ (1/f ₂ +1/f ₃) = 1.46	
		f ₁ /f ₃ = 0.64	
		f ₁ /f ₄ = 0.02	

【0041】 左角端の収差図 (a)、中間部の収差図 (b) 及び望遠端の収差図 (c) を図4に示す。

【0042】実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が 1.46 となっており、この値は、[1] および [2] 式をともに満足しており、広角端での歪曲収差、倍率色収差、望遠端での球面収差を良好に補正しながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3] 式で表される数値が 0.64 となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する球面収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が 0.02 となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の熱点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2*

【0044】

【表6】

f=6.40~18.25 F=2.88~4.55 2ω=60.3° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n _d	ν _d	
1	38.200	0.55	1.88300	40.8	
2	9.758	1.93			
3	-48.831	0.55	1.51633	64.1	
4	8.164	1.85	1.84666	23.8	
5	17.084	A			
6	14.280	1.33	1.71300	53.9	
7	-56.119	0.20			
8	8.870	2.58	1.74400	44.8	
9	-46.473	0.30			
10	-24.665	2.33	1.84666	23.8	
11	7.659	B			
12	10.145	1.64	1.69350	53.2	
13	118.846	C			
14	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0	
15	-26.312	2.00			
16	∞	3.19	1.51633	64.1	
17	∞				
可変面幅					
f	A	B	C		
6.40	16.71	5.48	1.45		
10.80	7.98	5.17	6.46		
18.25	2.83	5.53	14.88		

【0045】
【表7】

面 号	非球面係数
第12面	$K = 1.26810 \times 10^0$ $A_4 = -3.34190 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.08970 \times 10^{-6}$ $A_8 = 5.31910 \times 10^{-8}$ $A_{10} = -2.91130 \times 10^{-8}$ $A_{12} = 1.28380 \times 10^{-8}$
第15面	$K = 3.33290 \times 10^0$ $A_4 = 5.14870 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.00360 \times 10^{-6}$ $A_8 = -1.73970 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 1.41970 \times 10^{-8}$ $A_{12} = -4.27240 \times 10^{-8}$
f	Δf_g
6.40	-0.002
10.80	-0.002
18.25	-0.002
$ f_1(f_2 + 1/f_3) = 1.48$ $ f_1/f_3 = 0.69$ $ f_1/f_4 = 0.02$	

* [0045] 広角端の収差図 (a)、中間域の収差図

(b) 及び望遠端の収差図 (c) を図6に示す。

[0047] 実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が 1.48 となっており、この値は、[1] および [2] 式をともに満足しており、広角端での歪曲収差、倍率色収差、望遠端での球面収差を良好に補正しながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3] 式で表される数値が 0.69 となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する諸収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が 0.02 となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2負レンズの3枚から構成されており、球面収差やコマ収差を特に良好に補正している。

[0048] (実施例4) 実施例4のレンズ断面を図7に示す。また、レンズデータを表8、及び、表9に示す。

* [表8]

f=6.40~18.25 F=2.88~4.20 2 ω =60.6° ~ 21.5°				
面番号	r	d	n_d	ν_d
1	29.224	1.20	1.88300	40.8
2	11.361	2.07		
3	-61.547	0.55	1.51633	64.1
4	10.105	1.68	1.84666	23.8
5	18.753	A		
6	7.590	2.66	1.69350	53.2
7	-26.409	1.65		
8	232.691	0.88	1.84666	23.8
9	7.721	B		
10	11.317	1.80	1.69350	53.2
11	-59.761	C		
12	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0
13	-26.824	1.35		
14	∞	3.19	1.51633	64.1
15	∞			

可変距離

f	A	B	C
6.40	21.94	4.31	3.54
10.80	9.64	4.36	7.34
18.25	2.83	2.94	13.95

[0050]

[表9]

面番号	非球面係数	面番号	非球面係数
第6面	$K = 4.72542 \times 10^{-1}$ $A_4 = -3.72342 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.30078 \times 10^{-5}$ $A_8 = 1.25269 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 1.23666 \times 10^{-8}$	第10面	$K = 9.29969 \times 10^{-1}$ $A_4 = -1.77315 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.99762 \times 10^{-6}$ $A_8 = -6.48758 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 3.48933 \times 10^{-8}$
第7面	$K = -5.03409 \times 10^0$ $A_4 = 3.38590 \times 10^{-5}$ $A_6 = -6.09915 \times 10^{-6}$ $A_8 = -1.20744 \times 10^{-7}$ $A_{10} = 3.40600 \times 10^{-8}$	第13面	$K = -2.17290 \times 10^0$ $A_4 = 6.69090 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.18219 \times 10^{-5}$ $A_8 = -1.46901 \times 10^{-6}$ $A_{10} = 5.82529 \times 10^{-8}$
f	Δf_g		
6.40	-0.002		
10.80	-0.002		
18.25	-0.002		
$ f_1(f_2 + 1/f_3) = 1.81$ $ f_1/f_3 = 1.08$ $ f_1/f_4 = 0.01$			

[0051] 広角端の収差図 (a)、中間域の収差図

(b) 及び望遠端の収差図 (c) を図8に示す。

[0052] 本実施例では、[1] および [2] 式で表される数値が 1.81 となっており、この値は、[1] 式を満足しているが、[2] 式は満足しておらず、[1] および [2] 式をともに満足している実施例と比較すると、やや大きなレンズ系となっている。また、[3] 式で表される数値が 1.08 となっており、この値は、[3] 式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する諸収差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、[4] 式で表される数値が 0.01 となっており、この値は、[4] 式の範囲内であり、第4レンズ群

を1枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2レンズ群は、物体側より順に、1枚の正レンズと1枚の負レンズの2枚から構成されており、球面収差やコマ収差を良好に補正しながら、レンズ枚数を低減して低コスト化を図っている。

[0053] (実施例5) 実施例5のレンズ断面を図9に示す。また、レンズデータを表10、及び、表11に示す。

[0054]

[表10]

f=6.40~18.25 F=2.88~4.98 2ω=60.6° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n _d	ν _d	
1	26.909	0.55	1.88300	40.8	
2	8.740	2.28			
3	-50.057	0.55	1.51633	64.1	
4	6.278	1.82	1.84666	23.8	
5	15.438	A			
6	22.551	1.41	1.88300	40.8	
7	-28.750	0.20			
8	9.196	1.64	1.70154	41.2	
9	-11.500	0.68	1.84666	23.8	
10	10.236	B			
11	102.698	1.55	1.89350	53.2	
12	-17.247	C			
13	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0	
14	-25.420	3.03			
15	∞	3.19	1.51633	64.1	
16	∞				

可変距離

可変距離			
r	A	B	C
6.40	13.72	7.63	4.46
10.80	8.42	5.12	11.29
18.25	2.83	2.00	20.59

【0060】

【表13】

面番号	非球面係数
第11面	$K = 1.45407 \times 10^{-5}$ $A_1 = -2.00485 \times 10^{-5}$ $A_2 = -2.53835 \times 10^{-5}$ $A_3 = 3.90157 \times 10^{-6}$ $A_4 = -2.81609 \times 10^{-7}$ $A_{12} = 7.75141 \times 10^{-9}$
第14面	$K = 1.42924 \times 10^{-4}$ $A_1 = 5.08171 \times 10^{-4}$ $A_2 = 5.43237 \times 10^{-5}$ $A_3 = -8.8591 \times 10^{-6}$ $A_4 = 6.80089 \times 10^{-7}$ $A_{12} = -1.75078 \times 10^{-9}$
r	Δf_0
6.40	-0.002
10.80	-0.002
18.25	-0.001
$1/(1/f_0 + 1/f_1) = 1.00$	
$1/f_1 = 0.41$	
$1/f_1 = 0.02$	

【0061】広角側の収差図(a)、中間側の収差図

50 【0064】

f=6.40~18.25 F=2.88~4.55 2ω=60.6° ~ 21.4°					
面番号	r	d	n _d	ν _d	
1	30.978	0.55	1.88300	40.8	
2	9.647	1.88			
3	-37.138	0.55	1.51633	64.1	
4	8.004	1.77	1.84666	23.8	
5	16.454	A			
6	15.828	1.33	1.88300	40.8	
7	-99.986	0.20			
8	8.615	2.58	1.70154	41.2	
9	-12.548	2.63	1.84666	23.8	
10	7.394	B			
11	10.445	1.64	1.89350	53.2	
12	211.314	C			
13	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0	
14	-26.375	2.18			
15	∞	3.19	1.51633	64.1	
16	∞				

可変距離

可変距離			
r	A	B	C
6.40	16.65	5.48	1.45
10.80	7.98	5.17	6.43
18.25	2.83	5.53	14.81

【0055】

【表11】

面番号	非球面係数
第11面	$K = 5.39333 \times 10^{-1}$ $A_1 = -2.39184 \times 10^{-4}$ $A_2 = 1.15412 \times 10^{-5}$ $A_3 = -1.88640 \times 10^{-6}$ $A_4 = 1.12731 \times 10^{-7}$ $A_{12} = -2.37834 \times 10^{-9}$
第14面	$K = 3.5024 \times 10^0$ $A_1 = 5.38795 \times 10^{-4}$ $A_2 = 4.00506 \times 10^{-6}$ $A_3 = -2.65829 \times 10^{-6}$ $A_4 = 4.08492 \times 10^{-6}$ $A_{12} = 2.13008 \times 10^{-9}$
r	Δf_0
6.40	-0.002
10.80	-0.002
18.25	-0.002
$1/(1/f_0 + 1/f_1) = 1.48$	
$1/f_1 = 0.70$	
$1/f_1 = 0.02$	

【0056】広角側の収差図(a)、中間側の収差図

50 【表12】

(b)及び望遠側の収差図(c)を図10に示す。

【0057】本実施例では、[1]および[2]式で表

される数値が1.48となっており、この値は、[1]

および[2]式をともに満足しており、広角側の収差

収差、倍率色収差、温度変化時の収差を良好に補正し

ながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3]

式で表される数値が0.70となっており、この値は、

[3]式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する倍収

差を抑えた上で、コンパクト化を達成している。また、

[4]式で表される数値が0.02となっており、この

値は、[4]式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚の

プラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の焦

点位置移動を十分小さくすることができる。また、第2

レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の

負レンズの3枚から構成されており、球面収差やコマ収

差を特に良好に補正している。また、第2レンズ群を構

成する正レンズのうち、もともとも物体側の正レンズに

は、d線における屈折率が1.883の高屈折率材料を用

いており、全系をコンパクトにしたがら、第2レンズ

群で発生する球面収差を小さく抑えている。

【0058】(実施例6)実施例5のレンズ断面を図1

1に示す。また、レンズデータを表12、及び、表13

に示す。

【0059】

【表12】

(b)及び望遠側の収差図(c)を図12に示す。

【0062】本実施例では、[1]および[2]式で表

される数値が1.00となっており、この値は、[1]

式を満足しているが、[2]式は満足しておらず、

収差、倍率色収差、温度変化時の収差を良好に補正し

ながらコンパクトなレンズ系としている。また、[3]

式で表される数値が0.41となっており、この値は、[3]式の範囲内

あり、第3レンズ群で発生する球面収差を抑えた上で、コ

マ収差を特に良好に補正している。また、[4]式で表される

数値が0.02となっており、この値は、[4]式の範

囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックレン

ズで構成した際にも、温度変化時の焦点位置移動を十分小

さくすることができる。また、第2レンズ群は、物体側

より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から

構成されており、球面収差やコマ収差を特に良好に補正

している。また、第2レンズ群を構成する正レンズのう

ち、もともとも物体側の正レンズには、d線における屈折

率が1.883の高屈折率材料を用いており、全系をコ

ンパクトにしたがら、第2レンズ群で発生する球面収差

を小さく抑えている。

【0063】(実施例7)実施例7のレンズ断面を図1

3に示す。また、レンズデータを表14、及び、表15

に示す。

50 【0064】

【表14】

f=6.40~18.25 F=2.88~4.15 2ω=80.8°~21.4°					
面番号	r	d	n _d	ν _d	
1	111.999	0.55	1.88300	40.8	
2	18.697	1.47			
3	71.762	0.55	1.51633	64.1	
4	10.765	2.92	1.84666	23.8	
5	16.114	A			
6	17.975	1.24	1.88300	40.8	
7	-149.580	0.20			
8	7.845	2.80	1.70154	41.2	
9	-22.037	1.78	1.84666	23.8	
10	8.807	B			
11	9.168	1.57	1.69350	53.2	
12	39.363	C			
13	-30.000	1.20	1.49200*2	57.0	
14	-25.184	1.00			
15	∞	3.19	1.51633	64.1	
16	∞				
可変間隔					
	A	B	C		
6.40	26.18	5.20	1.45		
10.80	11.81	5.41	4.47		
18.25	2.63	6.30	9.70		

△領域全体にわたって良好な収差補正が可能になり、高画素タイプのCCDに対応した高画質を実現するズームレンズを提供できる。

【図面の簡単な説明】

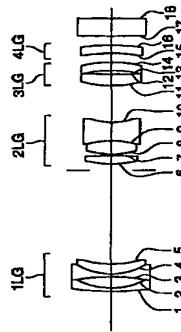
【図1】実施例1のレンズ断面図である。
 【図2】実施例1の広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。
 【図3】実施例2のレンズ断面図である。
 【図4】実施例2の広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。
 【図5】実施例3のレンズ断面図である。
 【図6】実施例3の広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。
 【図7】実施例4のレンズ断面図である。
 【図8】実施例4の広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。

差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。
 【図9】実施例5のレンズ断面図である。
 【図10】実施例5の広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。
 【図11】実施例6のレンズ断面図である。
 【図12】実施例6の広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。
 【図13】実施例7のレンズ断面図である。
 【図14】実施例7の広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)である。

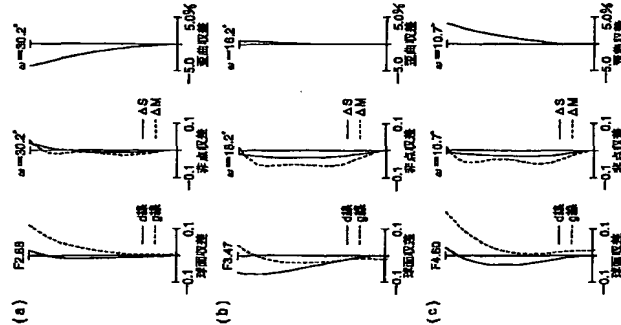
【符号の説明】

1 LG 第1レンズ群
 2 LG 第2レンズ群
 3 LG 第3レンズ群
 4 LG 第4レンズ群

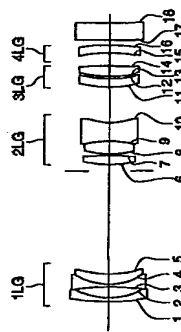
【図1】



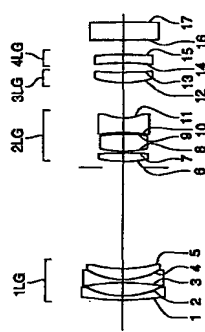
【図2】



【図3】



【図5】



【0066】広角端の収差図(a)、中間域の収差図(b)及び望遠端の収差図(c)を図14に示す。

【0067】実施例では、[1]および[2]式で表される数値が2.20となっており、この値は、[1]式を満たしているが、[2]式は満足しておらず、[1]および[2]式をともに満足している実施例と比較すると、やや大きなレンズ系となっている。また、[3]式で表される数値が1.08となっており、この値は、[3]式の範囲内であり、第3レンズ群で発生する球面収差を抑えた上で、コンバクト化を達成している。また、[4]式で表される数値が0.02となっており、この値は、[4]式の範囲内であり、第4レンズ群を1枚のプラスチックレンズで構成した際にも、温度変化時の熱変形を十分に小さくすることができ、また、第2レンズ群は、物体側より順に、2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚から構成されており、球面収差やコマ収差を特に良好に補正している。また、第2レンズ群を構成する正レンズのうち、もともと物体側の正レンズは、d線における屈折率が1.883の高屈折率材料を用いており、全系をコンバクトにしながら、第2レンズ群で発生する球面収差を小さく抑えている。

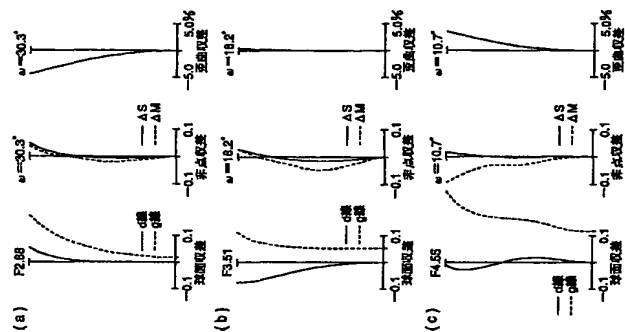
【0068】
 【発明の効果】以上のように構成したので、下記のような効果を奏する。3倍程度の変倍比を得て、かつ、ズーム

【0065】
 【表15】

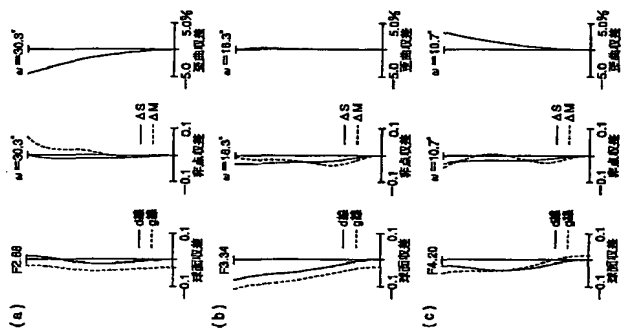
面番号	非球面係数
第11面	K = 5.17300X10 ⁻¹ A ₄ = -2.10047X10 ⁻⁴ A ₆ = -5.83112X10 ⁻⁷ A ₈ = 4.72999X10 ⁻⁷ A ₁₀ = -1.02769X10 ⁻⁷ A ₁₂ = 4.57558X10 ⁻⁹
第14面	K = -4.81874X10 ¹ A ₄ = 6.47308X10 ⁻⁴ A ₆ = 9.99172X10 ⁻⁶ A ₈ = -3.81316X10 ⁻⁷ A ₁₀ = 1.35511X10 ⁻⁷ A ₁₂ = -9.71475X10 ⁻⁹
i	Δ ₁ /Δ ₀
6.40	-0.002
10.80	-0.002
18.25	-0.002
	f ₁ (1/2+1/Δ ₀) = 2.20 f ₁ /Δ ₀ = 1.08 Δ ₀ /Δ ₁ = 0.02

な効果を奏する。3倍程度の変倍比を得て、かつ、ズーム

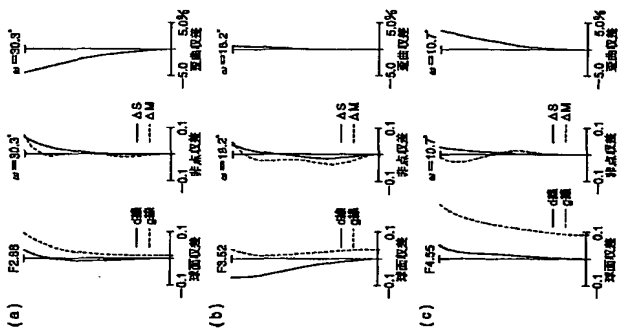
【図10】



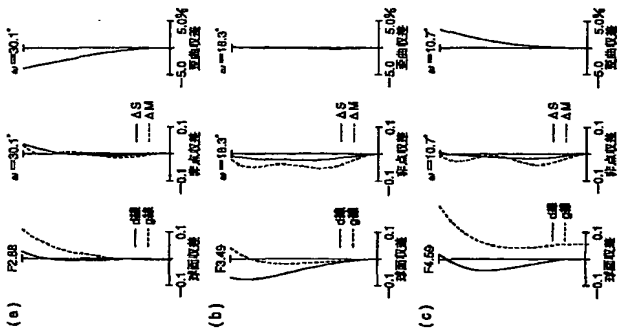
【図8】



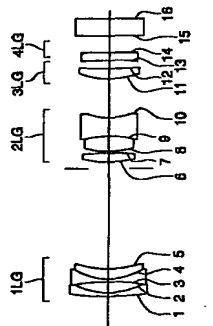
【図6】



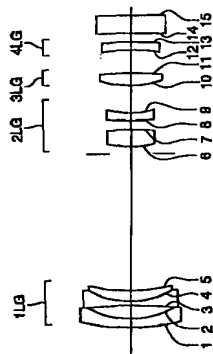
【図4】



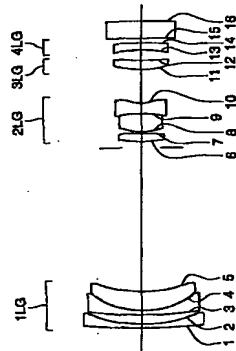
【図9】



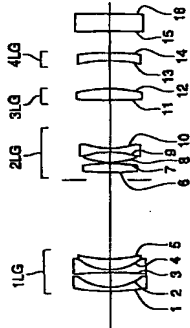
【図7】



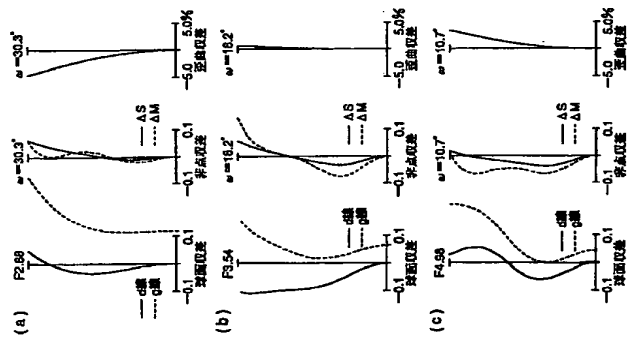
【図13】



【図11】



【図12】



【図14】

